基礎編 ― 目　次

✧ このコースは、計測プログラミング環境としてのＶＥＥについて、基本的な動作を学習します。第１日目は、独力で簡単なプログラムを作成できることを目的としています。

✧ ２日目では、より高度なプログラミング、ファイルの操作及び計測器との連携等を学習し、効率の良いプログラムを作成できる知識を身に付けます。

目次

Windows-VersionとVEE Version

VEEの機能

第0章　VEE9.3の新機能

- 性能の向上(マルチスレッド)
- 性能の向上(マルチコア・プログラミング)
- 使いやすさの改善(SCPI Completion)
- 使いやすさの改善(プライベートUserFunction)
- 使いやすさの改善(LXIサポート)
- 使いやすさの改善(DefaultPreferencesの拡張)
- 使いやすさの改善(VEEオブジェクト用の新しいツールバー)
- 使いやすさの改善(新しいダイアログボックス)
- 使いやすさの改善(カスタムメニューサポートの拡張)
- 強力なデバッグツール(ErrorCallStack)
- 強力なデバッグツール(条件付ブレークポイント、[Breakpoints]ウィンドウ)
- 新機能(統合データベースのサポート)

第1章　基礎知識

- １．１　テキスト系言語
- １．２　グラフィカル系言語（VEE）
- １．３　VEEの画面構成
- １．４　VEEのメニュー
- １．５　VEEのツールバー（１）
- １．６　VEEのツールバー（２）
- １．７　VEEのツールバー（３）
- １．８　VEEのツールバー（４）
- １．９　ツールバーのカスタマイズ
- １．１０　オブジェクトの貼付
- １．１１　オブジェクトの選択
- １．１２　オブジェクトのプロパティ
- １．１３　プロパティウィンドウの操作
- １．１４　ワークエリアの移動
- １．１５　簡単なプログラムの作成
- １．１６　ミニマップ(MiniMap)の表示

第2章　オブジェクト

２．１　オブジェクトの概要
２．２　オブジェクトメニュー
２．３　オブジェクトのボタン（オープンビューとアイコンビュー）
２．４　オブジェクトの移動とクローン（コピー）
２．５　オブジェクトのプロパティ
２．６　オブジェクトタイトルの変更
２．７　タイトルの色の変更
２．８　フォントの変更
２．９　アイコンの変更
２．１０　ターミナルの表示/非表示
２．１１　オブジェクトの接続
２．１２　パラメータの変更
２．１３　オブジェクトのピン
２．１４　ターミナルの追加と削除
２．１５　ターミナルの情報を見る
２．１６　ターミナルの種類
２．１７　データ入力と出力ターミナル
２．１８　XEQ入力ターミナル
２．１９　コントロール入力ターミナル
２．２０　エラー出力ターミナル

第3章　プログラムの基礎

３．１　基本用語－スレッド
３．２　基本用語－コンテナ
３．３　基本用語－ピング
３．４　プログラムを作る（1）
３．５　プログラムの実行
３．６　パラメータの変更（1）
３．７　パラメータの変更（2）
３．８　プログラムの保存
３．９　プログラムの読み出し
３．１０　画面のプリント
３．１１　プログラムを作る（その2）
３．１２　波形の加算
３．１３　グラフの外観を変える（1）
３．１４　グラフの外観を変える（2）
３．１５　データフロー
３．１６　データフローの規則
３．１７　オブジェクトの動作
３．１８　実行順序（1）
３．１９　実行順序（2）
３．２０　プログラムの流れ
３．２１　プログラムの流れを見る

３．２２　数値演算（１）
３．２３　数値演算（２）
３．２４　数値演算（３）
３．２５　値を評価する（条件分岐）
３．２６　GateとJunction
３．２７　値を評価する（１）
３．２８　値を評価する（２）
３．２９　繰り返し処理
３．３０　繰り返し処理－よくある間違い
３．３１　繰り返し処理－有限ループ
３．３２　ForEachオブジェクト
３．３３　繰り返し処理－無限ループ
３．３４　Counterオブジェクト
３．３５　Confirm（OK）オブジェクト
第４章　データの基礎
４．１　データのタイプとシェイプ
４．２　データタイプ（数値－１）
４．３　データタイプ（数値－２）
４．４　データタイプ（文字列）
４．５　データタイプ（座標）
４．６　データタイプ（Waveform）
４．７　データシェイプの変更
４．８　配列データ（１）
４．９　配列データ（２）
４．１０　配列データ（３）
４．１１　データ入力用オブジェクト（１）
４．１２　データ入力用オブジェクト（２）
４．１３　データ入力用オブジェクト（３）
４．１４　データ入力用オブジェクト（４）
４．１５　データ表示用オブジェクト（１）
４．１６　データ表示用オブジェクト（２）
４．１７　データ表示用オブジェクト（３）
４．１８　データ表示用オブジェクト（４）
４．１９　データ表示用オブジェクト（５）
第５章　ユーザオブジェクト
５．１　ユーザ／スレッドオブジェクト
５．２　ユーザオブジェクトの特徴
５．３　ユーザオブジェクト作成手順（１）
５．４　ユーザオブジェクト作成手順（２）
５．５　ユーザオブジェクト作成（１）
５．６　ユーザオブジェクト作成（２）
５．７　ユーザオブジェクトの特性
５．８　ユーザオブジェクトの実行順序

５．９　ユーザオブジェクトの実行終了
５．１０　ライブラリーへの登録
第6章　ユーザファンクション
６．１　ユーザファンクションの特徴
６．２　ユーザファンクション作成手順（１）
６．３　ユーザファンクション作成手順（２）
６．４　ユーザファンクション作成手順（３）
６．５　ユーザファンクションの編集
６．６　ユーザファンクションの実行
６．７　ユーザファンクションのライブラリー
第7章　データファイルの操作
７．１　ToFileとFromFileオブジェクト
７．２　波形データをファイルに保存
７．３　ファイル名の設定
７．４　モードの設定
７．５　トランザクションの設定（書込）
７．６　データの読み出し
７．７　トランザクションの設定（読出）
７．８　書き込み、読み出し
７．９　テキスト型でデータを書く（１）
７．１０　テキスト型でデータを書く（２）
７．１１　Excelでデータを読む
第8章　操作パネル
８．１　操作パネルの作成
８．２　操作パネルのセキュア
８．３　ユーザオブジェクトの操作パネル
８．４　操作パネルのデザイン（１）
８．５　操作パネルのデザイン（２）
８．６　ポップアップ画面（１）
８．７　ポップアップ画面（２）
８．８　ポップアップ画面（３）
第9章　測定器の登録
９．１　I／Oライブラリー
９．２　IO　Librariesインストール手順
９．３　Suite　16．2　ユーティリティ（１）ConnectionExpert
９．４　Suite　16．2　ユーティリティ（２）InteractiveIO
９．５　測定器オブジェクトの種類
９．６　測定器の登録
９．７　InstrumentManagerー自動登録
９．８　InstrumentManagerー手動登録
９．９　InstrumentManagerー登録削除
９．１０　InstrumentManagerー測定器プロパティ（１）
９．１１　InstrumentManagerー測定器プロパティ（２）

９．１２ InstrumentManagerー測定器プロパティ(３)
９．１３ InstrumentManagerーサンプルプログラムの起動
第10章 Direct I／O
１０．１ Direct I／O 概要
１０．２ Direct I／O オブジェクトの作成
１０．３ I／Oトランザクションの作成(１)
１０．４ I／Oトランザクションの作成(２)
１０．５ I／Oトランザクションの作成(３)
１０．６ I／Oトランザクションの作成(４)
１０．７ I／Oトランザクションの作成(５)
１０．８ 測定器からの取り込み(１)
１０．９ 測定器からの取り込み(２)
付録1 VEEテクニック集
付録2 IO Libraries Suite 16.2 簡易取扱説明書
演習問題 課題と回答集

【 凡例 】

本書で使用する記号や用例について

(1)操作についての記述

・aaaaa＞bbbbb＞‥‥

このような記述は、Windows 画面からの操作を表します。

例えば、“スタート＞すべてのプログラム＞Keysight VEE Pro 9.3＞‥‥ ”であれば、Windows 画面でスタートボタンを押し、“すべてのプログラム”を選択すると現れるメニューからKeysight VEE Pro 9.3を選択し‥‥と操作します。

・[aaa]->[bbbbb]->[ccc]

この場合は、VEEの画面からのメニュー操作を表します。

例えば、[Device]->[VirtualSource]->[FunctionGenerator]であれば、VEEのメニューからDevice をクリックし現れるメニューからVirtualSourceを選択して、そのサブメニューよりFunctionGeneratorをクリックする操作を表しています。

・ {aaaa} - {bbb} - {ccc}

この場合は、オブジェクトのメニューからの操作となります。

例えば、 {AddTerminal} - {DataInput...} となっていれば、オブジェクトのメニューボタンを押すか、オブジェクトの上で右クリックして現れるオブジェクトメニューからAddTerminalを選択し、そのサブメニューからDataInput...をクリックする操作を表します。

(2)その他

・Ctrl＋A

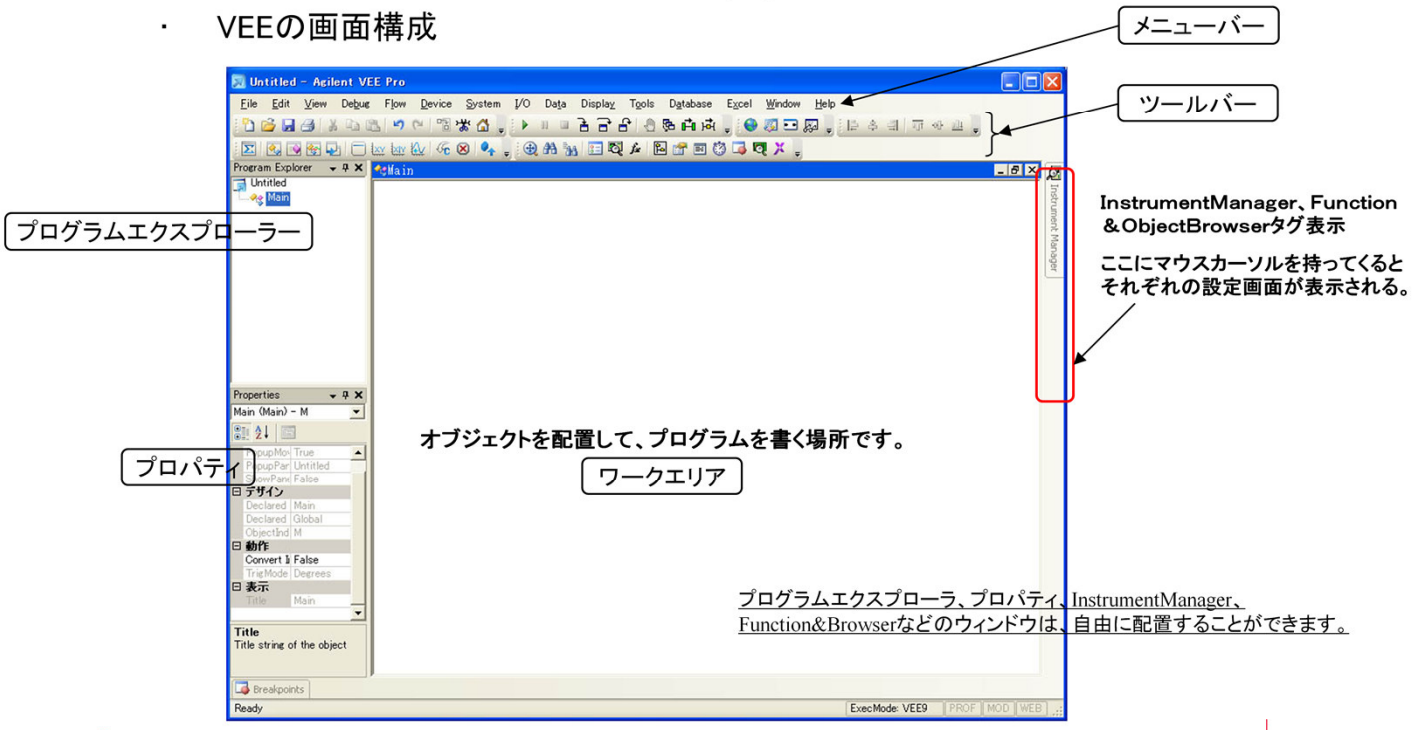
これは、Ctrl（コントロールキー）を押しながら、Ａキーを押す操作を表します。

1.3 ＶＥＥの画面構成

- VEEの起動

  スタート > すべてのプログラム > Keysight VEE Pro 9.0 > VEE Pro 9.0

- VEEの画面構成



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Page 1-3

⇒ **VEEの起動**

VEEは、Windowsのスタートボタンから、
すべてのプログラム＞Keysight VEE Pro 9.0＞VEE Pro 9.0
を選択し、起動します。

VEEの終了は、メニューから、[File]->[Exit] を実行します。

⇒**画面の説明**（メニュー、ツールバー、各種ウィンドウの表示位置は、カスタマイズできます。）

・メニューバー

新規プログラム作成、保存などの操作の他、オブジェクトを選択出来ます。

・ツールバー

メニューバーの中で、よく使われるものをアイコン化しています。

・プログラムエクスプローラー

VEE プログラムの構造が表示されます。プログラム・エクスプローラを使ってプログラミング・ウィンドウ間を移動できます。プログラム・エクスプローラのサイズを変更するには、右側の作業領域との境界線上に通常のマウス・ポインタを移動し、ポインタが縦の分割ポインタに変化したら、クリックして境界線を移動します。

・プロパティ

VEE7.0からオブジェクトのプロパティを常に表示できるようになりました。このプロパティでオブジェクトの属性を変えることができます。

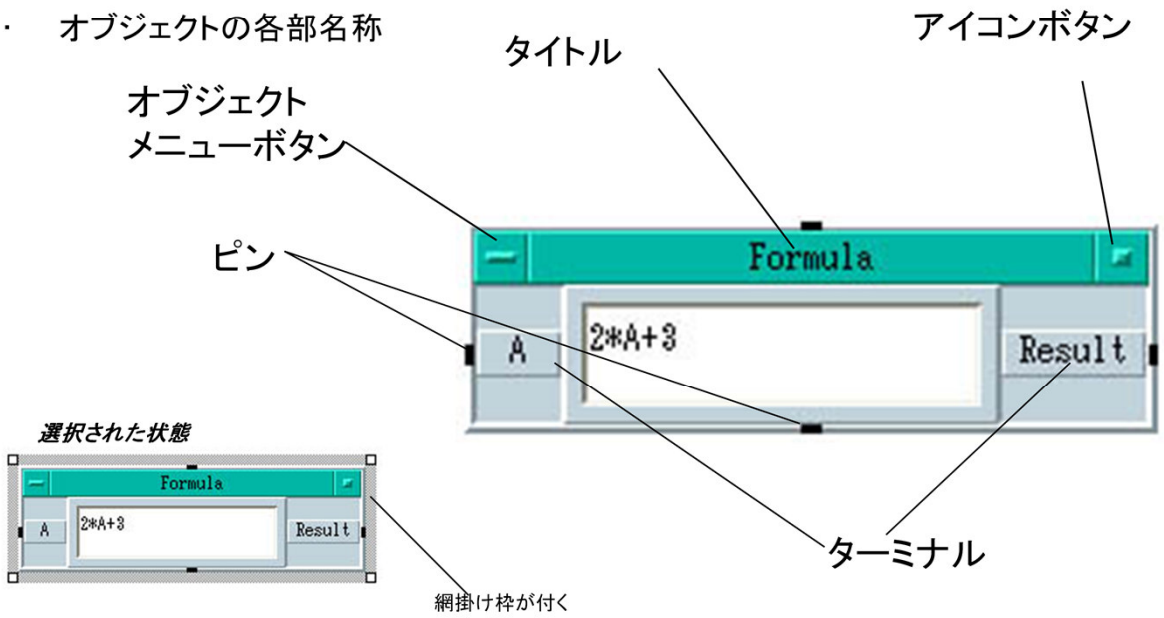
また、VEE8.0より、プログラム中でプロパティの編集が可能となりました。

2.1　オブジェクトの概要

・　オブジェクトとは

　オブジェクトとは、VEEを構成するGUIのことで、これをワークエリアに配置し、線を結ぶことでプログラムを作成します。

・　オブジェクトの各部名称



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Page 2-1

⇒オブジェクトの概要

　オブジェクトは、プログラムの構成要素のことです。VEEのオブジェクトには、数学関数や計測コントロールやディスプレイなど、様々なものがあります。これをワークエリアに配置し、線を結ぶことでVEEのプログラムを作成します。

　まず、オブジェクトの各部の名称を覚えてください。

　[Device]->[Formula] オブジェクトを選択すると、オブジェクトのアウトラインが見えます。次に、任意の位置でクリックするとオブジェクトが現われます。

　このFormulaオブジェクトを例にして、各部の名称は上図の通りです。

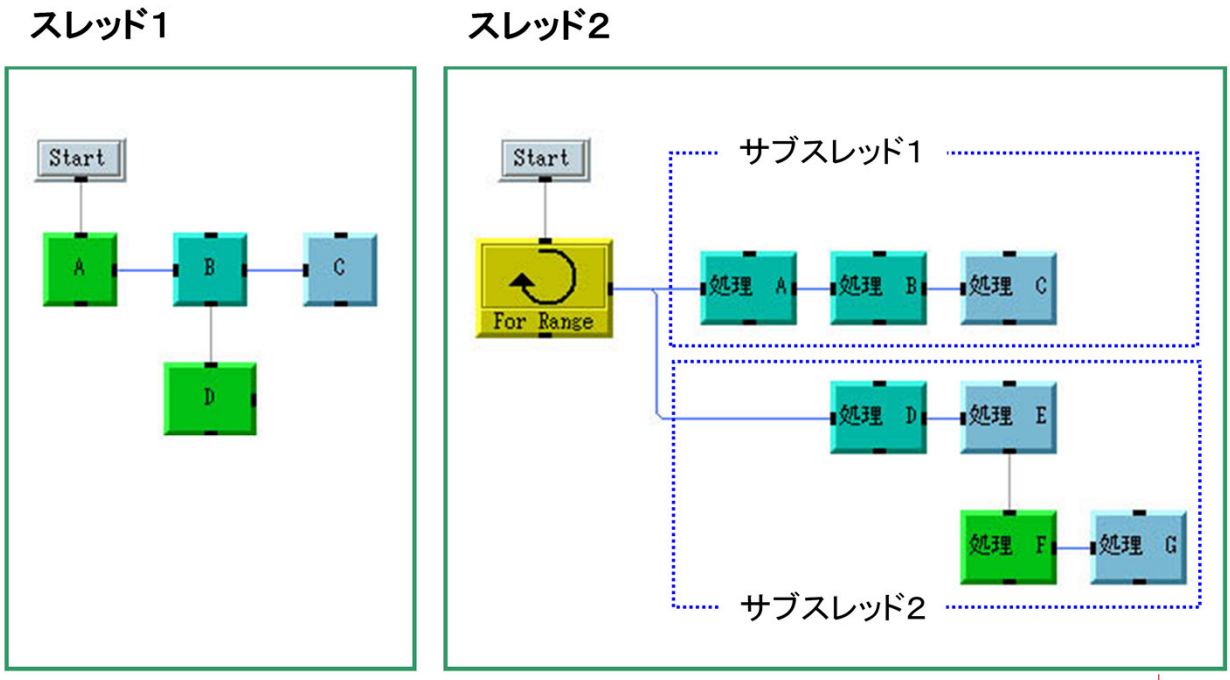
　オブジェクトをクリックすると、選択されます(枠で囲まれます)。選択を解除するにはワークエリアをクリックします。

　オブジェクトの操作方法は、次ページ以降で述べていきます。

(*) Formulaオブジェクトは、数式や関数などを演算するオブジェクトで、汎用性に富んだオブジェクトです。内部の式はユーザが任意の式を設定することができます。

3.1　基本用語ースレッド

VEEのプログラムで使う基本用語をおぼえておきましょう・・・



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Page 3-1

サンプルプログラムがあります。

⇒基本用語 ー スレッド

VEEは、機能単位に分れたオブジェクトを線で結ぶことで、あるまとまった処理をすることができます。スレッドとは、このように線で結ばれた1つの集合をいいます。

もし、上図のようなプログラムであれば、2つのスレッドが存在します。
このような複数のスレッドを持つプログラムをマルチ･スレッドといいます。

サブスレッドとは、スレッドの一部でデータやシーケンスの流れが閉じている部分のことをいいます。例えば、ループに接続され繰り返し処理される部分です。

4.1　データのタイプとシェイプ

・ データ・タイプ

＜文字列型＞	Text
＜整数型＞	UInt8, UInt16, Int16, Int32, Int64
＜実数型＞	Real32, Real64
＜複素数型＞	Complex, Pcomplex
＜座標型＞	Coord
＜複合型＞	Waveform, Spectrum
＜日付型＞	Date/Time
＜レコード型＞	Record
＜論理型＞	Boolean

・ データ・シェイプ

Scalar, Array1D（１次元配列), Array2D（２次元配列）

... など

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

⇒データのタイプとシェイプ

データには、データ・タイプとデータ・シェイプという属性があります。

データ・タイプは、扱うデータが実数か整数かというデータの型を示します。

データ・シェイプは、データの構造のことで、データが単純変数か配列変数かを示します。VEEでは単純変数をScalar、配列変数をArrayと呼びます。

Date/Time型及びRecord型については、プログラミングコースにて学びます。

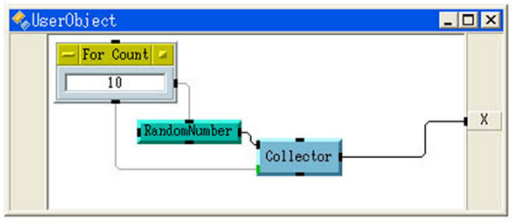
5.1　ユーザ/スレッド･オブジェクト

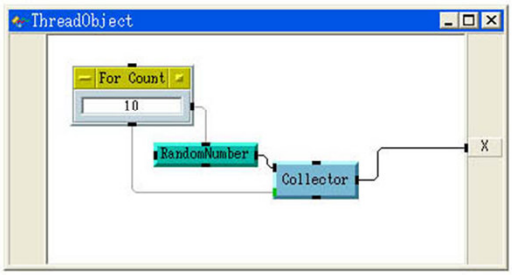
･複数のオブジェクトを論理的/物理的にグループ化するオブジェクトとして、ＶＥＥ９．０より、UserObjectとThreadObectの２つが用意されています。

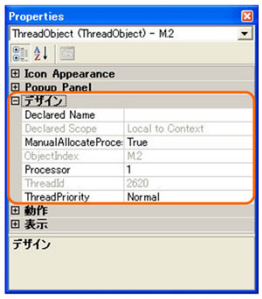
複数のオブジェクトをまとめることによりプログラム全体の流れが把握しやすくなり、ライブラリー化することもできます。

UserObject は、複数のオブジェクトをまとめて、グループ化して、ある目的を持ったオブジェクトにまとめます。

UserObjectは、UserFunction（ユーザ関数）に変換でき、サブルーチン的な利用やオーバレイプログラミングを可能にします。







ThreadObject は、マルチコアプログラミングができるObject です。

このオブジェクトにプロセッサーの割当を自動的にさせたり、OSに任せたり、またユーザーが指定したりすることができます。

また、実行の優先度を7段階で設定することもできます。

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

⇒ユーザ･オブジェクトとスレッドオブジェクト

複数のオブジェクトを論理的/物理的にグループ化するオブジェクトとしてＶＥＥ９．０より

①UserObject

②ThreadObject

が用意されました。

これら、UserObject、ThreadObjectを使って複数のオブジェクトをまとめることによりプログラムの全体の流れが把握しやすくなり、またライブラリー化することによりソフトウェア資源を有効活用することができます。

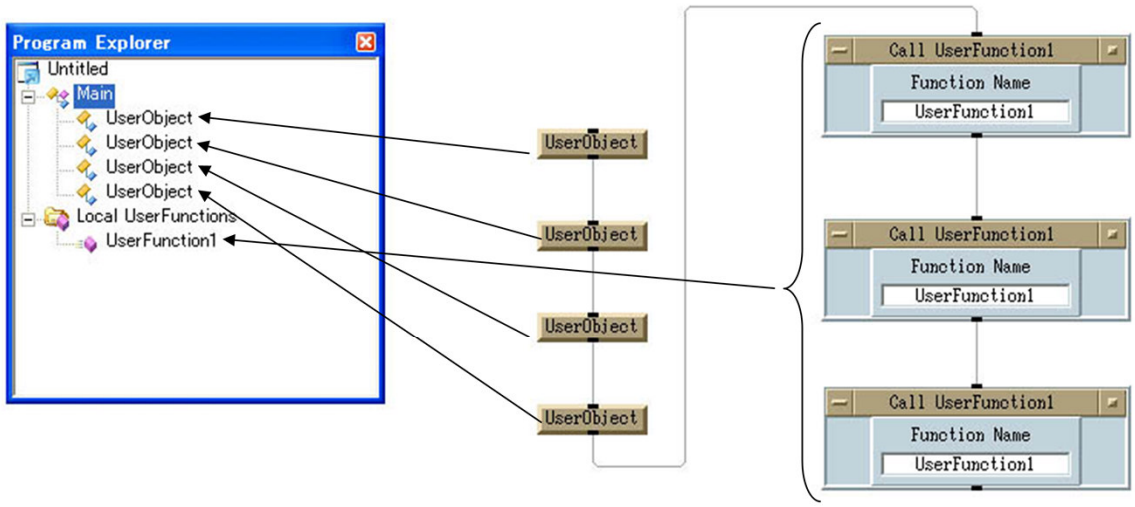
UserObjectは、関数化（UserFunction）でき、オーバーレイプログラムがし易くなります。

また、ThreadObjectでは、プロセッサーの割当を選択（自動割当、ＯＳに任せる及びユーザ指定）することができ、パフォーマンスの良いプログラミングが可能となります。

ThereadObjectに関しては“プログラミング”コースで勉強します。

6.1　ユーザファンクションの特徴

- ユーザー・オブジェクトを関数にしたものです。
  - –プログラム内で同じ処理を何度も行なう場合に使用
- ルールは、ユーザー・オブジェクトと同じです。
- ソースが1つのため、効率的な管理ができます。



プログラム内で複数回コールしても、管理するソースは1つ

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

⇒ユーザ･ファンクション

ユーザ･ファンクションは、ユーザ･オブジェクトを関数にしたものです。1つのプログラムの中で同じ処理を何度も行なう場合に効果的です。

また、ユーザ･オブジェクトを使用した場合、全てのユーザ･オブジェクトを管理しなければなりませんが、ユーザ･ファンクションの場合、ソースとなる1つのユーザ･ファンクションを管理するだけで済みます。

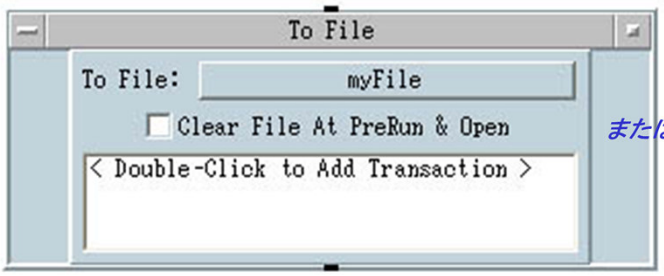
ユーザ･ファンクションのオブジェクトのルールは、ユーザ･オブジェクトと同じです。マルチスレッドを作ることも、ライブラリとして使用することもできます。全ての入力が揃って初めて内部の動作に移ります。

ユーザ･ファンクションには、パブリックユーザ･ファンクションとプライベートユーザ･ファンクションがあります。

大きな違いは、グローバル変数（VEE9.3プログラミングで学習します。）がパブリックユーザ･ファンクションでは使えるが、プライベートユーザ･ファンクションでは使えないことです。

ここでは、パブリックユーザ･ファンクションについて学びます。

7.1 ToFileとFromFileオブジェクト

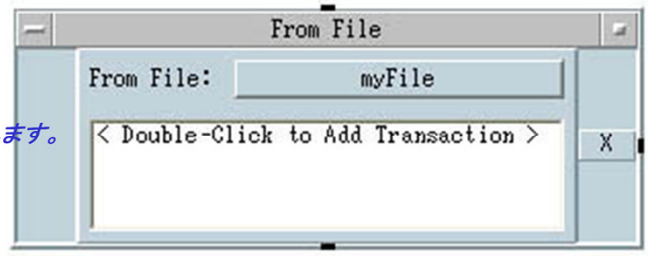


[I/O]->[To]->[File]

または、ツールバー(To/FromObjectBlock)の をクリックします。

[I/O]->[From]->[File]

または、ツールバー(To/FromObjectBlock)の をクリックします。



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Page 7-1

⇒To File と From File オブジェクト

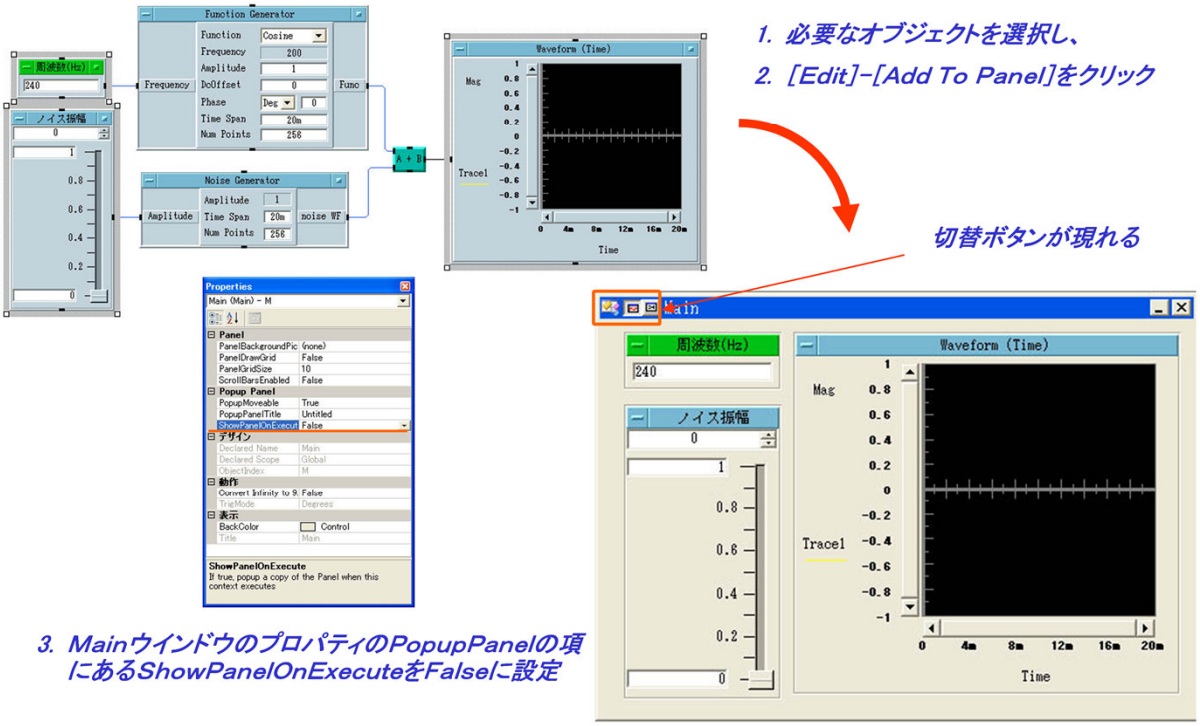
ファイルへのアクセスは、To FileおよびFrom Fileオブジェクトを使います。

- [I/O]->[To]->[File] オブジェクト(ツールバー<To/FromObjectBlock>の クリックします。)
  ファイルにデータを書き込みます。1つのオブジェクトで、複数のI/O処理ができます。

- [I/O]->[From]->[File] オブジェクト(ツールバー<To/FromObjectBlock>の をクリックします。)
  ファイルからデータを読み込みます。To Fileオブジェクトと同じように、1度の実行複数の処理ができます。

8.1　操作パネルの作成

- ノイズの含まれた波形の表示プログラムを操作パネルにする。



KEYSIGHT TECHNOLOGIES

サンプルプログラムがあります。

⇒操作パネルの作成

Lab－1で作ったプログラムを少し追加します。

- FunctionGeneratorにFrequencyのターミナルを追加します。
- [Data]->[Constant]->[Real64]オブジェクトを貼付、これの出力をFrequencyターミナルに接続し、周波数を入力できるようにします。

1. 操作パネルに組み込むオブジェクト、“周波数”オブジェクト(Real64)、“ノイズ振幅”オブジェクト(Real64Slider)、及び“Waveform(Time)”オブジェクトを選択します。(CTRLキーを押しながら、選択したいオブジェクトをクリックします。)
2. [Edit]->[Add To Panel]をクリックします。(または　　をクリックします。)
3. 操作パネルの画面になり、選んだオブジェクトだけが表示されます。また、タイトルバーにPanelとDetail のボタンが現れます。これで、操作パネルと元のDeteil画面を切り替えることができます。

4. オブジェクトの位置や大きさを変えて操作パネルを表示します。

こちらをクリックすれば操作パネルを表示　こちらをクリックすればディテール図を表示

Note:プログラムにオブジェクトを追加したり、タイトルを変更する場合は、ディテールの画面で行　　います。また、操作パネルでは、ディテールと独立してオブジェクトの大きさや位置を変更で　　きます。

9.1　IOライブラリ・スイート

- **機能概要**
  - VEEで外部機器とIOを行う場合、必要なソフトウエアです。
    - GPIB（USB/GPIB、LAN/GPIB）、RS232C、VXI、LAN、USB、PXI、AXIとのIOに必要です。
    - PCで使用するインターフェースをシステムに登録します。（IO Config、Connection Expert）
    - PCで使用するインターフェースと測定器の接続を確認できます。（VISA Assistant、Interactive IO）
    - IO Libraries経由、VEE以外の開発環境（Visual Basicなど）から測定器を制御することも可能です。
  - Keysight のWEBから、バージョンアップ可能です。

- **情報入手先**
  - Keysight IO Libraries Suite 16.2 Quick Start Guide（マニュアル）
  - タスクバー右下の『IO』アイコンをクリック > Documentation
  - Keysight IO Libraries Suite 16.2　簡易取扱説明書 (5991-0331JAJP、付録2)
  - 使用するGPIBインターフェースのマニュアル
    - Keysight IO Libraries Installation and Configuration Guide for Windows
    - Keysight 82357B USB/GPIB Interface for Windows User's Guide など

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

⇒IO Libraries　概要

VEEから測定器を制御するためには、IO Librariesというソフトウエアをインストールする必要があります。IO Libraries はVEE Pro などのキーサイト製ソフトウエア製品や、キーサイト製インターフェース製品（PCI/GPIB、USB/GPIB、LAN/GPIBなど）、または、一部のキーサイト製測定器（LANやUSBを装備している測定器など）に添付されています。

IO Librariesは以下の機能を実現します。

1.キーサイト製インターフェース製品のデバイスドライバ

2.開発環境へ計測制御ライブラリ（アプリケーションプログラムインターフェース）の提供

3.インターフェース情報設定、登録用ユーティリティ、測定器接続確認ユーティリティの提供

VEEから測定器をアクセスする場合にも、このIO Libraries がPCにインストールされて、正しくセットアップされている必要があります。

IO Libraries は、キーサイト・テクノロジー㈱のWebから最新のバージョンにアップデートすることができます。（ライセンスをお持ちのお客様のバージョンアップ用です。ライセンスをお持ちではないお客様はご利用いただけません。）

IO Libraries は、２０１２年３月に最新バージョンSuite16.2が公開されました。

10.1 Direct I/O 概要

- 機能概要
  - 測定器とI/Oを行う最も一般的な方法。
  - 最適、最速なプログラムを開発することが可能。
  - 測定器のコマンドを測定器のマニュアルで調査する必要がある。
    （SCPI Completion 機能により入力が楽になりました。）

- 情報入手先
  - VEEの[Help]->[Contents and Index]でキーワードDirect I/O
  - 使用する測定器のユーザーズマニュアル、プログラミングマニュアル など

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

⇒Direct I/O 概要

Direct I/Oは、VEEから測定器を制御するもっとも一般的な方法です。Direct I/Oを使用したプログラムでは、測定器固有のコマンドを測定器のマニュアルから調査して、そのコマンドを測定器に出力します。（VEE9.0からSCPI Completion機能が追加され、コマンド入力を支援するようになりました。）

プログラムで測定器の応答を読み込む時も、データ転送フォーマットを測定器のマニュアルで調査し、測定器のフォーマットに合わせて読み込みます。

このように、Direct I/Oによるプログラムでは、測定器のマニュアルは必須になります。しかし、Direct I/Oでは、測定に必要なコマンドのみを測定器に転送することで、測定器とのI/Oを最適化することができ、結果として測定時間も最適化されたプログラムを開発できます。また、測定器ドライバが提供されていない測定器に対しても、その機器のコマンドやデータフォーマットの情報があれば、プログラムで制御可能です。

Lab 4　課題

・　FunctionGaneratorオブジェクトから出力できる波形を、SelectionControlオブジェクトにより選択できる様にし、且つ振幅もSuliderオブジェクトを使って、０～１０まで可変できるプログラムを作成してください。

＜ヒント＞

－FunctionGaneratorオブジェクトに、Functionターミナルを追加します。

－Functionターミナルより、

サイン波：Sine

コサイン波：Cosine

方形波（矩形波）：Square

三角波：Tri

＋ランプ波：＋Ramp

－ランプ波：－Ramp

直流のみ：DcOnly

を入力します。

・ 追加課題（上記の課題が終了した方）

DcOnlyが選択された場合のみ、DcOffsetをKnobオブジェクトから入力できるようにしてください。

Lab 9　課題

• 34401Aの制御プログラム作成(1)

- 課題
  - ディジタルマルチメータ34401Aから抵抗値を測定し、ストリップチャートに表示する。
  - 測定とストリップチャートへのデータ追加、再表示は、10回繰り返す。

- 34401Aのコマンド
  - 測定の設定、測定の開始、測定値の転送を、一括で指示するコマンド
    - MEAS:RES?
    - MEAS:VOLT:AC?
    - MEAS:CURR:DC?　など。

- VEEプログラム
  - 10回繰り返し
    - [Flow]->[Repeat]->[For Count]
  - ストリップチャート
    - [Display]->[Strip Chart]
    - Strip Chartにデータを追加するごとに、Auto Scaleを実施してください。
  - 34401Aの制御 (Direct I/O)
    - WRITE TEXT “MEAS:RES?” EOL
    - READ TEXT x REAL64

KEYSIGHT TECHNOLOGIES